

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Ad oggi, specialmente in Mediterraneo, non è ancora chiaro se gli approcci spaziali alla gestione e alla conservazione possano essere uno strumento efficace per sostenere le attività di pesca e conservare la biodiversità (Fraschetti *et al.* 2002; Guidetti 2002; Willis *et al.* 2003). Un insieme di cause è in grado di spiegare la frequente mancanza di evidenze di protezione: gestione inefficace, disegni sperimentali inadeguati e, spesso, identificazione di aree per l'istituzione di AMP non idonee per dimensioni, tipi di habitat e distanza da potenziali fonti di impatto. Nel tentativo di fornire strumenti adeguati per superare almeno uno degli aspetti che spesso limitano la possibilità di una gestione efficace dell'ambiente marino, questo lavoro descrive l'applicazione di algoritmi di identificazione di network di AMP (vd. Beck e Odaya 2001; Leslie *et al.* 2002; Airamè *et al.* 2003; Banks *et al.* 2005) in tratti di costa caratterizzati da un uso intenso del territorio. L'approccio utilizzato si è basato sull'integrazione della tecnologia GIS a specifici algoritmi di selezione di AMP (*Marxan*), per identificare scenari di protezione in un tratto di costa di circa 40 km. In letteratura, lo stesso approccio è stato utilizzato in contesti ambientali molto diversi e su estensioni di territorio di gran lunga superiori. A titolo di esempio, Leslie *et al.* (2002) hanno adottato una procedura simile nelle Florida Keys (USA) su una superficie di 9500 km², mentre Banks *et al.* (2005) nel Queensland (Australia) hanno identificato un sistema di AMP all'interno di 17463 km di costa. Nonostante la superficie analizzata sia di gran lunga inferiore (cosa che chiaramente si è riflettuta sulla scelta del numero e dimensioni delle UP), questa procedura si è dimostrata comunque in grado di selezionare un insieme di aree da sottoporre a regime di tutela, includendo, oltre alle informazioni spaziali sulla distribuzione di biodiversità, i dati relativi alla presenza di potenziali forme di impatto, che sono in grado di rappresentare un ostacolo per lo sviluppo di un sistema efficace di AMP; l'analisi, inoltre, ha consentito di esplorare come l'identificazione di target di conservazione differenti possa dare origine a scenari diversamente in grado di fornire indicazioni potenzialmente utili nella pianificazione di un sistema di AMP.

Lo studio si è concentrato sull'analisi di quattro scenari, diversi per target di conservazione e presenza di costante BLM. I risultati del primo scenario mostrano come la soluzione proposta non soddisfi mai i target di conservazione richiesti, in quanto è stato stabilito il criterio di tutelare il 100% della superficie degli habitat mappati e, nello stesso tempo, e di escludere le porzioni popolamenti ricadenti in UP in cui vi siano pressioni antropiche. Il risultato finale, in parte intuitivo, fornisce indicazioni su quanto le pressioni antropiche limitino la possibilità di decidere azioni di protezione in questo tratto di costa. Una indagine cartografica delle fonti di pressione antropica certamente fornisce un quadro parziale del livello di antropizzazione presente nell'area di studio e, soprattutto, non è in grado di quantificare in maniera formale gli effetti di tali impatti sulle modalità di distribuzione dei popolamenti e neppure lo loro estensione. Il risultato dell'analisi può essere invece utilizzato per quantificare i limiti dell'estensione di aree da tutelare e dedurre il valore massimo del target di conservazione che può essere raggiunto per ogni habitat. Studi più specifici condotti in un secondo momento potranno chiaramente valutare, caso per caso, la bontà dei criteri stabiliti in questa prima fase.

Nel secondo e terzo scenario sono stati stabiliti gli stessi target di conservazione includendo valori diversi della costante BLM (0, 1). Al crescere del valore di BLM, diminuisce la frammentazione delle aree individuate dal *Marxan*. In entrambi gli scenari ottenuti, gli habitat sono rappresentati incontrando gli obiettivi di conservazione richiesti. Nel secondo scenario, tuttavia, il modello proposto è costituito da un insieme di 746 UP sparse e frammentate; il target di conservazione addirittura supera l'area effettivamente necessaria a soddisfare gli obiettivi stabiliti. Nel terzo scenario, gli stessi target di conservazione, sono raggiunti con un insieme di 559 UP distribuite in modo non frammentato. In questo scenario, quindi, gli habitat sono distribuiti con più continuità e l'efficienza di rappresentazione degli obiettivi richiesti è maggiore del modello precedente, poiché basata su un perimetro ed una superficie inferiori. Il quarto scenario è stato ottenuto stabilendo gli stessi obiettivi del terzo senza tenere conto delle fonti di pressione antropica. L'algoritmo, non avendo più il vincolo di escludere le porzioni di popolamento incluse nei siti in cui vi sono sorgenti di pressione

antropica, ha potuto includere nel calcolo tutte le UP a disposizione (2603). Lo scenario elaborato in queste condizioni ideali rappresenta il miglior compromesso tra minima superficie di mare richiesta e massima continuità di habitat che si può ottenere per rispondere agli obiettivi prestabiliti. Esso è costituito da un insieme di 568 UP, di cui la maggior parte (438) è distribuita in un'unica area. Le UP rappresentate ancora in maniera isolata sono quelle necessarie a soddisfare il target di conservazione relativo agli ambienti di grotta, distribuiti come elementi puntuali su tutta la costa.

Nel secondo, terzo e quarto scenario, quindi, si evince come gli algoritmi impiegati siano in grado di garantire la rappresentatività di habitat cercando di minimizzare le dimensioni delle porzioni di territorio da sottoporre a tutela e massimizzare la continuità degli habitat protetti.

L'ottimizzazione dello spazio, nella procedura di pianificazione di AMP, è un aspetto di fondamentale importanza (vd. Pressey *et al.* 1993; Stewart *et al.* 2003); sistemi di AMP più compatti, infatti, sono da preferire per ragioni sia ecologiche (cosa che tuttavia andrebbe testata sperimentalmente) sia socio-economiche (vedi Roberts *et al.* 2003b). La minimizzazione dello spazio, che si riflette sulla riduzione della frammentazione degli habitat sotto regime di protezione, probabilmente aumenta la possibilità di tutelare più efficacemente organismi caratterizzati, nel loro ciclo vitale, da fasi di dispersione. Per queste specie, quindi, la connessione fra gli habitat all'interno di un sistema di AMP poco frammentato probabilmente garantisce una protezione più efficace durante diverse fasi del ciclo vitale di quegli individui che nella fase giovanile vivono in habitat diversi da quelli in cui si rinvergono abitualmente gli adulti (Garcia-Rubies e Macpherson 1995; Harmelin *et al.* 1995; Macpherson 1998). Dal punto di vista socio-economico, invece, aree più compatte tendono a minimizzare i costi di gestione e attenuano i conflitti tra priorità di protezione ed esigenze delle comunità locali.

L'identificazione di siti "irriproducibili" nell'area di studio è un altro risultato utile dell'applicazione degli algoritmi di localizzazione di AMP, a prescindere di quali siano gli obiettivi di pianificazione. Tale analisi offre, infatti, un modo efficace di acquisire valide informazioni sull'area di priorità. Nell'analisi

di irriproducibilità eseguita nel quarto set di scenari evidenzia che 455 siti, delle 2603 UP possibili che compongono l'area di studio, sono incluse nei 600 scenari elaborati con una frequenza compresa tra il 75% al 100%. Un'analisi come questa può essere usata per dare la priorità nell'ambito di un piano di conservazione, indicando quali siti dell'area di studio contribuiscono maggiormente a soddisfare gli obiettivi di conservazione. È stato evidenziato come l'apparente mancanza di irriproducibilità di ogni sito sia auspicabile, poiché suggerisce che esistono molte soluzioni per creare un sistema di aree da porre sotto regime di tutela che soddisfi gli obiettivi prestabiliti (Leslie *et al.* 2002).

I risultati riportati in questo lavoro suggeriscono che nella pianificazione di AMP l'utilizzo di algoritmi iterativi come il *Marxan* presentano diverse potenzialità applicative:

- consentono di integrare dati di natura diversa, sia ecologici che socio-economici, soprattutto su ampie superfici di studio;
- permettono di elaborare scenari secondo criteri definiti a priori: rappresentare appropriati target di conservazione, minimizzare la porzione di territorio tutelata, includere habitat ritenuti vulnerabili, escludere siti che presentano potenziali fonti di impatto;
- offrire scenari multipli che soddisfino gli obiettivi richiesti, permettendo di fornire una gamma di opzioni che i gestori possono valutare e scegliere a seconda dell'esigenze locali.

La metodologia impiegata in questo lavoro, inoltre, evidenzia che per pianificare sistemi di AMP secondo un approccio sistematico e quantitativo è necessario disporre di dati dettagliati e spazialmente espliciti riguardanti la distribuzione della biodiversità e delle attività socio-economiche. In questo contesto, la cartografia unitamente all'utilizzo integrato di algoritmi di selezione di siti da tutelare può costituire lo studio propedeutico per la pianificazione sistematica di AMP e può essere utilizzato come surrogato della diversità biologica presente in un'area (Ward *et al.* 1999); pertanto, nell'ambito della pianificazione di AMP, la mappatura dei popolamenti è la base per aumentare la probabilità che in un network di AMP siano inclusi in modo adeguato tutti gli habitat presenti in un'area, soddisfacendo il principio di rappresentatività (Jordan

et al. 2004). A questo proposito è opportuno sottolineare che i risultati ottenuti con questo approccio non sono in grado di quantificare la variabilità intrinseca dei sistemi ecologici e necessitano di una successiva fase sperimentale per verificare che le politiche di protezione siano state decise correttamente.

La pianificazione di AMP in un contesto fortemente urbanizzato, come nel caso del Mediterraneo richiede una conoscenza dell'ubicazione delle principali attività socio-economiche e diviene ancora più necessaria nei Paesi dove i disegni di AMP includono zone di divieto assoluto (*no-take zone*), come, per esempio, l'Italia. In questo caso la localizzazione delle *no-take zone* non può prescindere da una opportuna conoscenza degli aspetti socio-economici del territorio. Chiudere tratti di mare che potrebbero costituire delle principali risorse economiche per le comunità locali può comportare un aumento delle ostilità dei residenti con l'inevitabile conseguenza del fallimento degli obiettivi preposti da un sistema di riserve (Badalamenti *et al.* 2000).

In conclusione, le procedure descritte in questo lavoro forniscono un contributo per lo sviluppo di linee guida per la pianificazione di un sistema di AMP. Un approccio sistematico richiede investimento di tempo e denaro nell'acquisizione e analisi dei dati. La fase di elaborazione dei dati può essere semplificata con il supporto di opportuni algoritmi di selezione di AMP. Le conoscenze scientifiche attuali non permettono ancora di utilizzare pienamente le potenzialità applicative dei modelli matematici. Gli studi condotti nell'ambito dell'ecologia della conservazione, infatti, non sono ancora in grado di rispondere ad alcune domande di base come quanto debba essere la dimensione minima di un'AMP affinché vengano protette efficacemente sia le singole specie sia gli habitat, o quale debba essere la distanza minima tra aree sottoposte a regime di tutela affinché siano ecologicamente connesse. Solo un maggiore investimento nella ricerca di base e l'integrazione di approcci tipicamente "precauzionali" con una ampia sperimentazione sugli effetti ecologici della protezione potranno consentire una gestione del territorio efficace garantendo uno sviluppo sostenibile.